植 物 分 类 学 报 23 (1): 19—28 (1985)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国白花丹科花粉形态研究

王 萍 莉　　　　张 金 谈
(中国科学院成都生物研究所,成都)　(中国科学院植物研究所,北京)

摘要 本文报道了中国白花丹科 (Plumbaginaceae) 7 属 30 种及 2 变种的花粉形态研究结果。对其中 6 个属的 13 个种的花粉进行了扫描电镜观察及照相,并分别对两个族的代表种作了外壁超薄切片,进行了透射电镜观察和照相。试图通过多种手段来研究本科花粉,为科的族、属、种的划分提供孢粉学方面的参考资料。

关键词 白花丹科;白花丹族,补血草族;花粉;显微结构,亚显微结构

白花丹科(蓝雪科)有 21 属、580 余种,广布于全世界,主产于地中海沿岸及中亚半干旱地区,多为盐碱植物。我国有 7 属约 40 种,主产于新疆,其次在西藏、甘肃、四川、云南及沿海各省区均有分布,多生于干旱、向阳、富含钙质的盐碱土上,有的种为我国特产。

一、材料和方法

研究材料主要取自中国科学院成都生物研究所和中国科学院植物研究所标本室。光学显微镜材料经醋酸酐分解后用甘油胶封片供观察、照相和测量大小;每种测 20 粒花粉,并分别找出其平均值及其变化幅度。扫描电镜材料是将花粉直接粘于双面胶纸上然后镀膜、观察和照相。透射电镜材料是将醋酸酐分解后的花粉用 2% 的锇酸溶液固定,再用 pH 值 7.2 的磷酸缓冲液洗 3 次,然后用丙酮逐级脱水 [30%、50%、70%,4℃,各 10 分种;90%、100% (加入无水硫酸钠洗 3 次),室温,每次 15 分钟]再用环氧树脂 618 加丙酮 (3:1) 浸透 40 分钟后包埋、聚合、修块、定位,薄切片供光学显微镜照相;超薄切片供透射电镜观察和照相。

二、观察结果

(一) 白花丹科花粉形态特征

白花丹科花粉多数为近球形,也有扁球形或长球形,赤道面观为近圆形,长椭圆形或宽椭圆形,极面观为 3 裂圆形或 3 裂片状;大小为(37.5—74.5) × (40.4—81.9)微米;萌发孔基本为 3 沟,有或无沟膜。*Ceratostigma* Bunge、*Plumbago* L.、*Limonium* Mill. 3 属少数种具 3(—4), 3(—6) 沟或散沟 (*C. willmottianum*), 偶尔可见无萌发孔花粉 (*C. griffithii*); 表面为瘤状、网状或粗网状纹饰;外壁两层,外层厚于内层,有时层次不明显,厚度 2.0—7.4 微米;具明显的基柱。

从萌发孔的特征、外壁纹饰及其结构看可将本科花粉分为两个基本类型: (1) 白花丹型 (*Plumbago*-Type) 包括 *Plumbago*、*Ceratostigma*、*Plumbagella* 属; (2) 补血草型

本文承兰州大学彭泽祥先生在植物分类学方面给予指导,中国科学院成都生物研究所溥发鼎同志提供资料和部分花粉材料,四川省石油勘探开发研究院张天刚同志协助拍摄扫描电镜照片,在此一并表示感谢。

表 1 中国白花丹科

Table 1 The characteristics of the pollen grains

属名 Genus	花粉特征 Characteristics / 种名 Species	花粉编号 No.	花粉形状 Shape	花粉大小(极轴×赤道轴) Size	萌发孔类型 Type of aperture
蓝雪花属 *Ceratostigma*	小蓝雪 *C. minus*	0061	近扁球形 Suboblate	53.4(45—59.5)× 57.9(46.7—66.3)	3 沟 3-colpate
	岷江蓝雪 *C. willmottianum*	0062	球形 Spheroidal	74.5(54.6—81.9)	散沟(排列成五、六边形) Pancolpate
	蓝雪花 *C. plumbaginoides*	0063	扁球形 Oblate 近球形 Subspheroidal	55.9(46.2—63)× 67.2(48.3—75.6)	3(—6) 沟 3(—6)-colpate
	刺鳞蓝雪 *C. ulicinum*	0064	同上 do.	63(46.2—73.5)× 63.7(52.5—75.6)	同上 do.
	毛蓝雪 *C. griffithii*	0068	扁球形 Oblate	58.7(52.5—65.1)× 72(67.2—75.6)	3 沟 3-colpate
白花丹属 *Plumbago*	紫花丹 *P. indica*	0083	近长球形 Subprolate	57.6(52.5—63)× 47.9(42—60.9)	同上 do.
	白花丹 *P. zeylanica*	0084	近扁球形 Suboblate	51.3(39.9—63)× 62(46.2—71.4)	3(—4)沟 3(—4)-colpate
	蓝花丹 *P. capensis*	0085	长球形 Prolate	73.4(63—81.9)× 60.6(52.5—69.3)	3 沟 3-colpate
鸡娃草属 *Plumbagella*	鸡娃草 *P. micrantha*	0086	球形 Spheroidal	37.5(33.6—46.2)× 40.4(35.7—46.2)	3 沟(明显的沟膜) 3-colpate
补血草属 *Limonium*	黄花补血草 *L. aureum*	0069	近扁球形 Suboblate	53.8(44.1—58.8)× 63(56.7—65.1)	3 沟(具沟膜) 3-colpate
	星毛补血草 *L. aureum* var. *Potaninii*	0070	同上 do.	51(44.1—60.9)× 61.2(48.3—73.5)	3 沟 3-colpate
	耳叶补血草 *L. otolepsis*	0078	扁球形 Oblate	37.8(33.6—65.1)× 62.5(54.6—73.5)	同上 do.
	L. sairamense	0079	近球形 Subspheroidal	46(37.8—54.6)× 56.8(52.5—63)	同上 do.
	大簇补血草 *L. chrysocomum* var. *semenovii*	0080	同上 do.	54.8(44.1—63)× 60.6(48.3—69.3)	同上 do.
	木本补血草 *L. suffruticosum*	0082	同上 do.	42.1(37.8—44.1)× 46.9(42—50.4)	同上 do.
	珊瑚补血草 *L. coralloides*	0073	同上 do.	39.9(35.7—44.1)× 44.6(42—52.5)	同上 do.

外壁特征 Characteristics of the exine						图版号 Plates	标本引证 Vouchers
层 次 Stratification	厚度(微米) Thickness	纹饰 Ornamentation					
		瘤(棒)高或网脊宽	瘤(棒)宽或网眼大小	光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM		
2层,外层厚于内层 two layers, sexine thicker than nexine	2.0±	1.8±	1.2±	瘤状纹饰 Verrucate	瘤状纹饰(顶端具尖刺) Verrucate	1: 1—7	四川 Sichuan
层次不分明 layers indistinct	2.3±	2.3±	1.8±	同上 do.	瘤状纹饰(顶端小突起) Verrucate	1: 8—10	四川 Sichuan
2层,外层厚于内层 two layers, sexine thicker than nexine	2.1—2.4	2.1	1.1±	同上 do.		1: 16—17	山西 Shanxi
同上 do.	2.4±	2.4±	2.7±	同上 do.		1: 11—12	西藏 Xizang
同上 do.	2.5±	2.3±	1.8±	同上 do.	瘤状纹饰 Verrucate	1: 13—15	云南 Yunnan
同上 do.	2.5±	2.1±	1.4±	同上 do.	瘤状纹饰 Verrucate	2: 5—8	云南 Yunnan
同上 do.	2.9±	2.5±	1.8±	同上 do.		2: 9—11	四川 Sichuan
同上 do.	2.5±	2.3±	1.8±	同上 do.		2: 12—14	
同上 do.	2.1±	1.7±	1.3±	同上 do.	瘤状纹饰(顶端无小刺) Verrucate (without spinules)	2: 1—4	四川 Sichuan
同上 do.	3.8±	3.2±	1.8±	网状纹饰 Reticulate	网状纹饰(网眼直径略大于网脊) Reticulate, lumina slightly larger than muri	3: 6—9	青海 Qinghai
同上 do.	3.8±	3.2±	1.7±	明显网状纹饰 Distinctly reticulate	网状纹饰,网脊、网眼直径几乎相等网脊上具矮突起 Reticulate, muri equal to lumina	3: 10—11	甘肃 Gansu
同上 do.	4.0±	2.8±	2.1±	同上 do.	明显网状纹饰网眼大于网脊 Distinctly reticulate lumina larger than muri	3: 3—5	甘肃 Gansu
同上 do.	3.5±	2.8±	1.8±	网状纹饰 Reticulate		4: 3—4	新疆 Xinjiang
同上 do.	3.4±	2.5±	1.5±	同上 do.		2: 18,19	新疆 Xinjiang
同上 do.	3.4±	2.8±	1.8±	同上 do.		2: 15—17	新疆 Xinjiang
同上 do.	5.0±	2.1±	4.3±	粗网状纹饰 Coarsely reticulate		3: 2	新疆 Xinjiang

属名 Genus / 种名 Species / 花粉特征 Characteristics		花粉编号 No.	花粉形状 Shape	花粉大小(极轴×赤道轴) Size	萌发孔类型 Type of aperture
补血草属 *Limonium*	大叶补血草 *L. gmellinii*	0075	同上 do.	45.8(44.1—50.4)×51.6(48.3—56.7)	同上 do.
	喀什补血草 *L. kaschgaricum*	0076	同上 do.	56.7(50.4—63)×86.4(56.7—76.5)	同上 do.
	二色补血草 *L. bicolor*	0071	长球形 Prolate 近球形 Subspheroidal	76.9(60.9—84)×68.4(65.1—77.7)	同上 do.
	细枝补血草 *L. tenellum*	0072	近球形 Subspheroidal	56.9(52.5—60.9)×60(54.6—63)	3(—4) 沟 3(—4)-colpate
	曲枝补血草 *L. flexuosum*	0074	同上 do.	58.6(52.5—60.9)×60.5(56.7—65.1)	同上 do.
	补血草 *L. sinense*	0081	扁球形 Oblate 近球形 Subspheroidal	55.5(58.8—69.3)×69.3(60.9—73.5)	3 沟 3-colpate
	烟台补血草 *L. franchetii*	0077	近球形 Subspheroidal	71(63—79.8)×75.6(65.1—81.9)	同上 do.
驼舌草属 *Gonio-limon*	团花驼舌草 *G. eximium*	0096	近扁球形 Suboblate	48.3(44.1—54.6)×53.6(50.4—58.8)	同上 do.
	驼舌草 *G. speciasum*	0096_b	近球形 Subspheroidal	53.7(46.2—60.9)×53.8(46.2—56.7)	同上 do.
	大叶驼舌草 *G. dschungaricum*	0096_c	同上 do.	53.8(46.2—65.1)×55.7(50.4—60.9)	同上 do.
	弧花驼舌草 *G. callicomum*	0096_a	同上 do.	57(50.4—60.9)×54.4(50.4—58.8)	同上 do.
伊犁花属 *Ikonni-kovia*	伊犁花 *I. kaufmauniana*	0095	扁球形 oblate	39.9(35.7—48.3)×48.3(42—56.7)	同上 do.
彩花属 *Acantho-limon*	刺叶彩花 *A. alatavicum*	0087	扁球形 Oblate 近球形 Subspheroidal	55.9(48.3—56.7)×68.2(56.7—73.5)	同上 do.
	小叶彩花 *A. diapensioides*	0089	同上 do.	47.1(37.8—52.5)×52.5(50.4—56.7)	同上 do.
	彩花 *A. hedinii*	0091	同上 do.	50(42—60.9)×57.5(48.3—63)	3 沟 3-colpate
	天山彩花 *A. tianshanicum*	0094	近球形 Subspheroidal	55.8(46.2—63)×59.7(54.6—63)	同上 do.

外壁特征 Characteristics of the exine						图版号 Plates	标本引证 Vouchers
层 次 Stratification	厚度(微米) Thickness	纹饰 Ornamentation					
		瘤(棒)高或网脊宽	瘤(棒)宽或网眼大小	光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM		
同上 do.	5.0±	2.3±	4.5±	同上 do.		3: 16—19	新疆 Xinjiang
同上 do.	6.0±	1.4±	4.8±	粗网状纹饰(具膜) Coarsely reticulate		4: 9,10	新疆 Xinjiang
同上 do.	6.3±	2.4±	5.1±	粗网状纹饰 Coarsely reticulate		3: 15	山西 Shanxi
同上 do.	6.2±	2.0±	6.0±	同上 do.		3: 1	新疆 Xinjiang
同上 do.	5.1—6.4	2.3±	6.2±	同上 do.	粗网状纹饰(棒顶端连成网脊)脊上具矮刺 Crassreticulate, nanospinulose on muri	3: 12,13	东北 northeast China
同上 do.	6.3±	2.1±	5.1±	同上 do.		4: 1—2	辽宁 Liaoning
同上 do.	7.4±	2.4±	7.2±	同上 do.		3: 14	山东 Shandong
同上 do.	3.8±	4.5±	1.6±	网状纹饰 Reticulate	明显网状,网脊具矮突起 Distinctly reticulate nano-processea on muri	4: 11, 12,18	新疆 Xinjiang
同上 do.	4.1±	3.1±	1.0±	同上 do.		4: 20	新疆 Xinjiang
同上 do.	4.2±	3.5±	1.2±	同上 do.		4: 21,22	新疆 Xinjiang
同上 do.	6.1±	1.5±	5.4±	粗网状纹饰 Coarsely reticulate		4: 17,19	新疆 Xinjiang
同上 do.	3.8±	2.2±	1.8±	网状纹饰 Reticulate		4: 5	新疆 Xinjiang
同上 do.	6.4±	2.2±	4.0±	粗网状纹饰 Coarsely reticulate	棒连生成粗网,顶端具小刺 Baculae inter-linked and formed into Coarsely reticula, supraspinulate	4: 13,14	新疆 Xinjiang
同上 do.	6.1±	2.6±	4.2±	同上 do.		4: 15	新疆 Xinjiang
同上 do.	4.9±	3.8±	2.0±	网状纹饰 Reticulate	网状纹饰,网脊上突起不明显 Reticulate, indistinctly nano-processes on muri	4: 6—8	新疆 Xinjiang
同上 do.	3.8±	3.0±	1.8±	同上 do.		4: 16	新疆 Xinjiang

(*Limonium*-Type) 包括 *Limonium*、*Acantholimon*、*Goniolimon*、*Ikonnikovia* 属。

本科各属花粉有差异,同属中花粉的萌发孔和表面纹饰也不相同,详细特征见分属描述及图、表和图版。

(二) 各属的花粉形态特征

1. 蓝雪花属 (*Ceratostigma* Bunge)

该属植物为灌木,半灌木或多年生草本。分布于亚洲至非洲东部, 主产于我国,有 5 种。其中 4 个灌木种分布西藏至西南各省,北达甘肃东南部;另一草本则由大别山东至舟山群岛,北沿伏牛山、太行山至北京山区。生长于石灰岩温暖河谷和山麓。

花粉粒近长球形至扁球形,极轴、赤道轴大小平均都在 50 微米以上;萌发孔一般为 3 沟,也有 3(—6) 沟,偶见无萌发孔花粉(见图版 1:13),具沟膜或无沟膜,*C. willmottianum* 为散沟,在花粉表面呈 5 边形或 6 边形排列(见图版1: 8, 9); 花粉表面具大小不一的、单个或成簇的瘤状纹饰;外壁两层,厚度约 2.3 微米,外层厚于内层。

2. 白花丹属 (*Plumbago* L.)

灌木、半灌木或多年生(罕一年生)草本。生长于阴蔽潮湿处。本属约 17 种, 主要分布于热带;我国有 3 种,分布于华南和西南各省区。

花粉粒为长球形或近扁球形, 极面观 3 裂圆形, 赤道面观长椭圆形, 3 沟或 3(—4) 沟,具沟膜,表面具单个或成簇的瘤状纹饰:外壁两层,厚度 2.5—2.9 微米;外层厚于内层。

3. 鸡娃草属 (*Plumbagella* Spach)

单种属,一年生草本。 分布于我国青藏高原至天山北坡和阿尔太山区。蒙古和苏联也有。

鸡娃草 *P. micrantha* 产西藏、四川西北部、甘肃南部祁连山区、青海、新疆北部。生于海拔 2000—3500 米的山坡草地、山谷、路旁、耕地旁向阳处。

花粉球形或近球形, 为本科最小的花粉(见表 1 和图版 2: 3—4), 3 沟, 具明显的沟膜,瘤状纹饰,瘤单个或成簇顶端形成梅花状;外壁两层, 厚度约 2.1 微米,外层厚于内层。

4. 补血草属 (*Limonium* Mill.)

多年生(稀一年生)草本,半灌木或小灌木。约 300 种。分布于世界各地,主产于欧亚大陆的地中海沿岸,多生长在海岸和盐性草原地区。 我国 17—18 种, 分布于东北、华北、西北、西藏西部和滨海省区,主产于新疆。

花粉多数近球形,少数扁球形或近长球形,大小差异较明显;萌发孔主要为 3 沟,个别种具 4 沟,多数无沟膜;花粉表面具棒,极区棒较密,相邻棒间顶端和基部连生形成网状或粗网状纹饰,棒的高度不一,网状纹饰的棒高约 3.8 微米, 粗网状纹饰的棒 4.5—7.2 微米。各个种的特征见表 1 和图版。

5. 彩花属 (*Acantholimon* Boiss.)

垫状小灌木。本属 190 余种,东起天山帕米尔和喀喇昆仑山脉,西至希腊和阿尔巴尼亚南部。我国有 7 种,分布于新疆西部、西藏西部。生长于高山草甸含石砾的土壤上或岩石缝隙中。

花粉近球形和扁球形,大小较一致;均为 3 沟,无沟膜;花粉表面具长棒,顶端略膨大,棒间连生形成网状和粗网状纹饰,棒高 3.8—6.4 微米,有的种 (*A. sackenii* 和 *A. hedinii*)

则形成棒群，因而从光切面看不出单个棒的界线，而 *A. tianshanicum* 的棒顶端明显膨大，表面轮廓呈波状，光切面看单个棒之间界线分明。

6. 驼舌草属 (*Goniolimon* Boiss.)

多年生草本。10 余种，东起我国黑龙江省西部，西至非洲北部。我国有 4 种 1 变种，产于黑龙江和新疆。

花粉多数近球形，大小较一致；3 沟，无沟膜；表面由长 3.8—6.1 微米的棒组成网状或粗网状纹饰，棒顶端明显膨大，外壁轮廓呈细波状，棒在沟边变短，沟间区棒特长；外壁两层，外层厚于内层。

7. 伊犁花属(*Ikonnikovia* Lincz.)

本属为驼舌草属分出来的一个单种属，其分布局限于伊犁河流域。

花粉粒扁球形，大小 39.9(35.7—48.3) × 48.3(42—56.7) 微米，(只测 5 粒花粉)；3 沟，无沟膜；表面由高约 2.2 微米，宽约 1.8 微米 (较驼舌草属棒矮) 的棒组成的网状纹饰，棒顶端无明显膨大；外壁两层，厚度约 3.8 微米，外层厚于内层。

本属花粉与驼舌草属的区别在于前者花粉显著的小于后者，前者表面纹饰比后者细而密。

三、结 果 讨 论

白花丹科花粉形态 Erdtman (1952) 研究了该科 9 属约 35 种，并区别为两个主要的花粉类型 (*Plumbago* 型及 *Armeria* 型)，其中描述中国产的 *Ceratostigma minus*、*Plumbago capensis*、*Plumbagella micrantha*; Erdtman 等人 (1961, 1966) 描述 *Armeria maritima* 花粉具有 2 种不同的类型，Erdtman (1969) 又有 *Ceratostigma willmottianum* 花粉的描述；黄增泉(1972)记载过该科蓝雪花属 *Plumbago* Tourn ex L. 2 种 (*P. auriculata*、*P. zeylanica*) 和补血草属 *Statice* Tourn 2 种 (*S. sinensis*、*S. arbuscula*) 花粉形态；Ikuse (1956) 和 Shimakura (1973) 也有过 *Plumbago capensis* 花粉的记载。Сурова (1968, 1973, 1975) 利用扫描电镜和透射电镜研究了本科 *Armeria* 等属的花粉形态。Куприянова 等人(1978) 描述了本科 4 属(*Armeria*、*Goniolimon*、*Limonium*, *Plumbago*) 6 种花粉，并根据花粉形态特征分为两个类群：即 *Plumbago* 类型和 *Limonium* 类型，正如 Erdtman (1952) 提到的 *Plumbago* 型和 *Armeria* 型一样。这两个类群相当于 Plumbaginoideae 和 Staticoideae 亚科。

1. 通过对本科我国产的大量花粉材料(观察 30 多种)的研究表明：白花丹科分为白花丹族和补血草族的界限是明显的。

从表 2 可看出这两个族已有明显的分化。白花丹族主要表现在萌发孔的变化；表面纹饰通过电镜可见瘤的先端有差异：有的具尖刺状突起，有的顶端为臼齿状，有的则为乳头状，还有的为梅花状。补血草族花粉萌发孔基本为 3 沟；分化主要表现在纹饰上，所有的属、种表面均具长棒，由长棒连生形成网状或粗网状纹饰，网状纹饰花粉网脊上具小突起，粗网状纹饰花粉网脊具小刺状突起，网眼的大小和形状都不规则。据研究，两族的差异也明显地表现在花的构造和胚囊的结构上。两族的生态环境也不同。白花丹族生长于空气比较湿润的地方，而补血草族则为旱生型。总之，从外部形态特征、胚囊的发育、花粉的类型以及生态环境都反映出这两个族向着不同的方向演化，分界是清楚的，因此分族也

表 2 白花丹科分族花粉形态比较

Table 2 Morphological Comparison of Pollen Grains of the Two Tribes in Plumbaginaceae

族别 Tribes / 特征 Characteristics	白花丹族 Plumbagineae	补血草族 Staticeae
萌发孔 Aperture	3 沟，3(—4) 沟，3(—6) 沟，散沟 3-colpate, 3(—4)colpate 3(—6)colpate, Rugulose	3 沟，个别有 4 沟 3-colpate, rarely 4-colpate
纹饰 Ornamentation	瘤状 Tuberculate	网状或粗网状 Reticulate or coarsely Reticulate
外壁结构 Structure of Exine	具基层，柱状层和覆盖层 With foot layer, Columella and Tectum	只具基层和柱状层 Only with foot layer and Columella

是较客观和合理的。

2. 白花丹族中蓝雪花属 *Ceratostigma*、白花丹属 *Plumbago* 和鸡娃草属 *Plumbagella* 的萌发孔变异比较大，为多类型的：有 3 沟、3(—6) 沟、散沟，偶见无萌发孔；表面纹饰均为瘤状，属间略有差异(见图版 1，2)。黄增泉 (1972) 描述的 *Plumbago* 为颗粒状纹饰，Ikuse (1956) 描述 *Plumbago capensis* 花粉与我们所观察到的不同。Erdtman (1969) 所看到的以单个或 3，5 成簇分布于整个花粉表面的瘤状纹饰与我们看到的比较一致。而补血草族中补血草属 *Limonium*，彩花属 *Acantholimon* 驼舌草属 *Goniolimon*，伊犁花属 *Ikonnikovia* 的萌发孔基本一致(除 *L. flexuosum* 有少数 4 沟外)均为 3 沟，表面都由长棒单个或成棒群连接起来形成网脊，构成网状或粗网状纹饰。在补血草属，彩花属和驼舌草属 3 个属中都同时具有网状和粗网状两种纹饰的花粉，只是网眼的大小和网脊棒顶端膨大的程度不同而已，因而在种间甚至属间也不易区别。

3. 伊犁花属在植物外部形态方面与驼舌草属区别不大，但花粉形态上有区别，在大小上伊犁花 (*I. kaufmauniana*) 花粉较驼舌草属各个种都小，在纹饰方面，伊犁花属的纹饰较细而密，与驼舌草属的网状纹饰有区别。此外，伊犁花属在地理分布上也局限于伊犁河流域，因而彭泽祥先生赞同将伊犁花属与驼舌草属分开是有道理的，从花粉特征看我们也赞同这样做。

4. 关于 *Ceratostigma minus* 和 *C. griffithii* 在《云南植物志》和《中国高等植物图鉴》中都作为两个种，有的分类学者认为这两个种分种有些勉强。我们将产于西藏、四川、云南不同地区的 *C. griffithii* 都作了仔细的扫描观察，花粉表面纹饰上瘤的形态特征与 *C. minus* 是有区别的(见图版 1：5,15)，因此，从花粉形态看我们认为这两个种是可以成立的。

5. Erdtman (1969) 描述 *C. willmottianum* 花粉时提到该花粉粒“具有 30 条沟，围绕着 12 个五角形的区，特别象亚麻科中见到的某些类型的花粉”。根据我们观察 *C. willmottianum* 花粉除具有 Erdtman 看到的那种形态特征外，还发现有少数呈六边形排列的散沟，其沟数超过 30 条。这种萌发孔在属中甚至在科中也是独一无二的，实属特殊类型。通

蓣组（Sect. Enantiophyllum）的丽叶薯蓣（*D. aspersa*）等也有类似的情况，这些四倍体种过扫描还清楚地看到表面的瘤有单个的，但多数是几个聚合在一起形成多边形，顶端不具尖刺，只带有臼齿状的矮突起，在沟底部也具有瘤状突起，因而扫描照片看不到明显的沟，这与 *C. minus* 有较大的区别，与 *C. griffithii* 也不一样(见图版 1:10)。

6. 关于白花丹科的亲缘关系及系统位置，不同的分类学家有不同的见解，从植物外部形态特征看本科与报春花科的亲缘关系较密切，因而哈钦松把本科列入报春花目。有的学者则主张把白花丹另立一目，放在报春花目之前，认为这两目是中子目（Centrospermae）或是它祖先的衍生物。Erdtman（1969）认为白花丹科的花粉粒不与报春花科的花粉粒相似，也不同中子目(紫茉莉科 Nyctaginaceae 等)；Tischler（1950）把白花丹科归中子目，与瓣鳞花科 Frankeniaceae 等的花粉有明显类似之处。我们认为白花丹科花粉与报春花科花粉完全不同。

7. 补血草属中 *Limonium sairamense* Y. F. Chang, *L. chrysoconum* (Kar. et Kir.) O. Ktze var. *semenovii*, *L. suffruticosum* (L.) O. Ktze 等种，与彩花属及驼舌草属中网状纹饰的花粉非常相似。外壁的棒很长，由棒形成的网脊顶端都具明显的芽孢状突起，极区网眼较小(见图版 3)。这些植物均产于新疆，而且大多在北疆西部，其地理分布与生态环境相近，花粉特征也表现出明显的相似性。

参　考　文　献

[1] 黄增泉，1972：台湾植物花粉图志。181—182。
[2] Erdtman, G., 1952: Pollen morphology and plant taxonomy, I. Angiosperms, Stockholm and Waltham, Mass.
[3] ————, et al., 1961: An introduction to a Scandinavian pollen flora, Stockholm.
[4] ———— and Dunbar A., 1966: Notes on electron micrographs illustrating the pollen morphology in Armeria maritima and Armeria sibirica. *Grana palynologica.* **6**(3): 338—354.
[5] ————, 1969: Handbook of palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Munksgaard.
[6] Ikuse, M., 1956: Pollen grains of Japan. Tokyo.
[7] Shimakura, M., 1973: Palynomorphs of Japanese plants. Special Publications from the Osaka Museum of Natural History, **5**, p. 39.
[8] Куприянова, Л. А. и Алешина Л. А., 1978: Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Т. 2, Л.
[9] Сурова, Т. Г., 1968: Тектоморфология свинчатковых (Plumbaginaceae) 2. Диморфизм пыльцы типа Armeria——*Вестн. Моск. ун-та*, сер. 6. биол., почвовед., (2): 69—76.
[10] ————, 1973: Диморфизм пыльцы, воспринимающей поверхности рылец и особенности ультраструктуры спородермы Acantholimon bracteatum (Girard) Boiss. (Plumbaginaceae)——в кн. Морфология пыльцы и спор современных растений. Л. с. 64—68.
[11] ————, 1975: Электронно-микроскопическое исследование пыльцы и спор растений. М., Наука 86с.

POLLEN MORPHOLOGY OF PLUMBAGINACEAE IN CHINA

WANG PING-LI

(Changdu Institute of Biology, Academia Sinica, Changdu)

CHANG KING-TANG

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

Abstract The present paper describes the pollen morphology of 30 species belonging to 7 genera of Plumbaginaceae from China. The pollen grains were all examined under light microscope, and those of some species under scanning and transmission electron microscope.

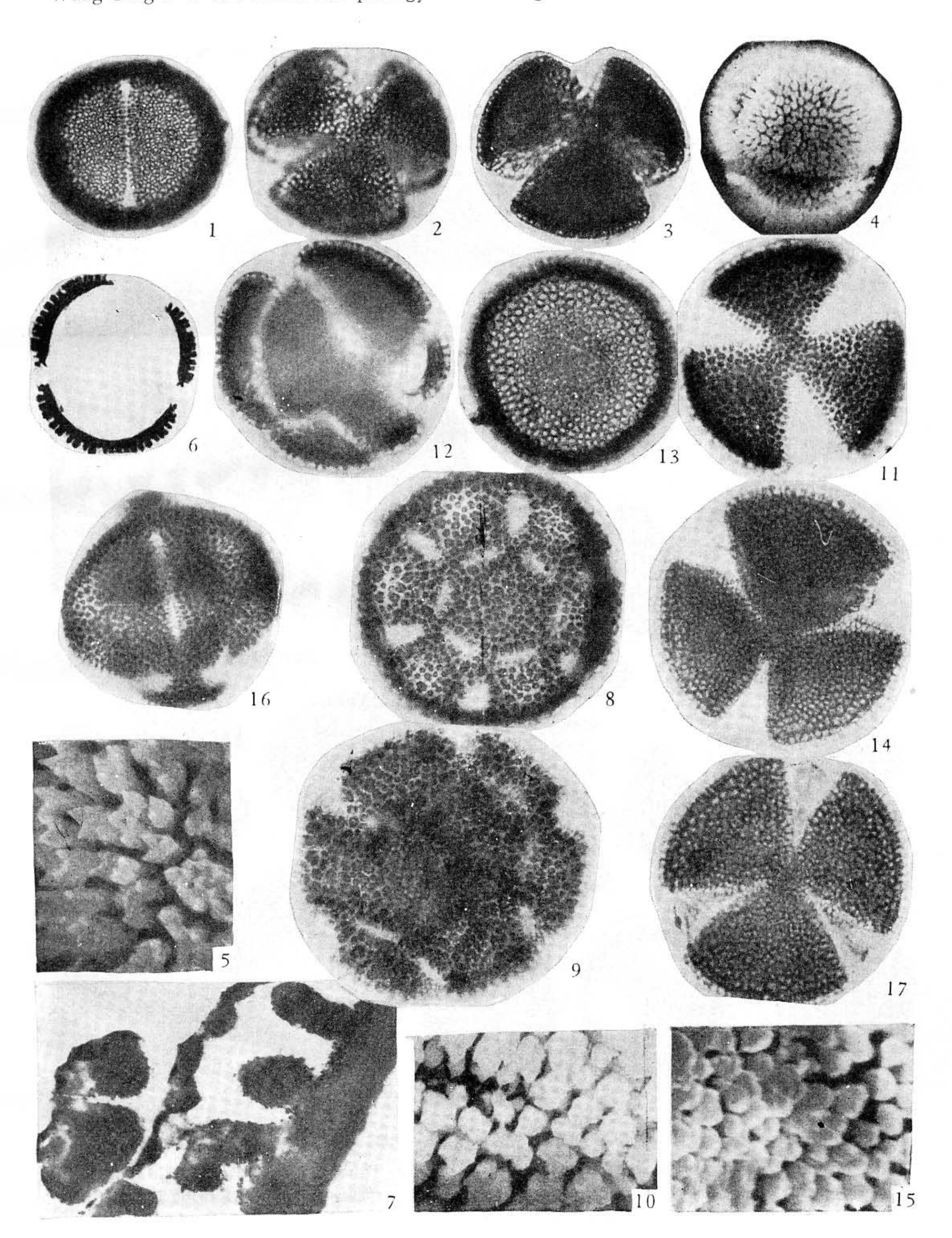
The pollen grains of the family are subspheroidal, prolate or oblate, (37.5—74.5)× (40.4—81.9)μ in size, 3-colpate, rarely 4—6-colpate, only pancolpate in *Ceratostigma willmottianum.* The exine 2-layered, 2.0—7.4 μ thick, sexine thicker than nexine, verrucate, reticulate or coarsely reticulate.

On the basis of the morphology, two types of pollen grains are distinguished in the family:

(1) The pollen grains are 3-(rarely 4 —6) or pancolpate, the exine verrucate. They are found in the tribe Plumbagineae (inculuding the genera *Ceratostigma, Plumbago* and *Plumbagella*).

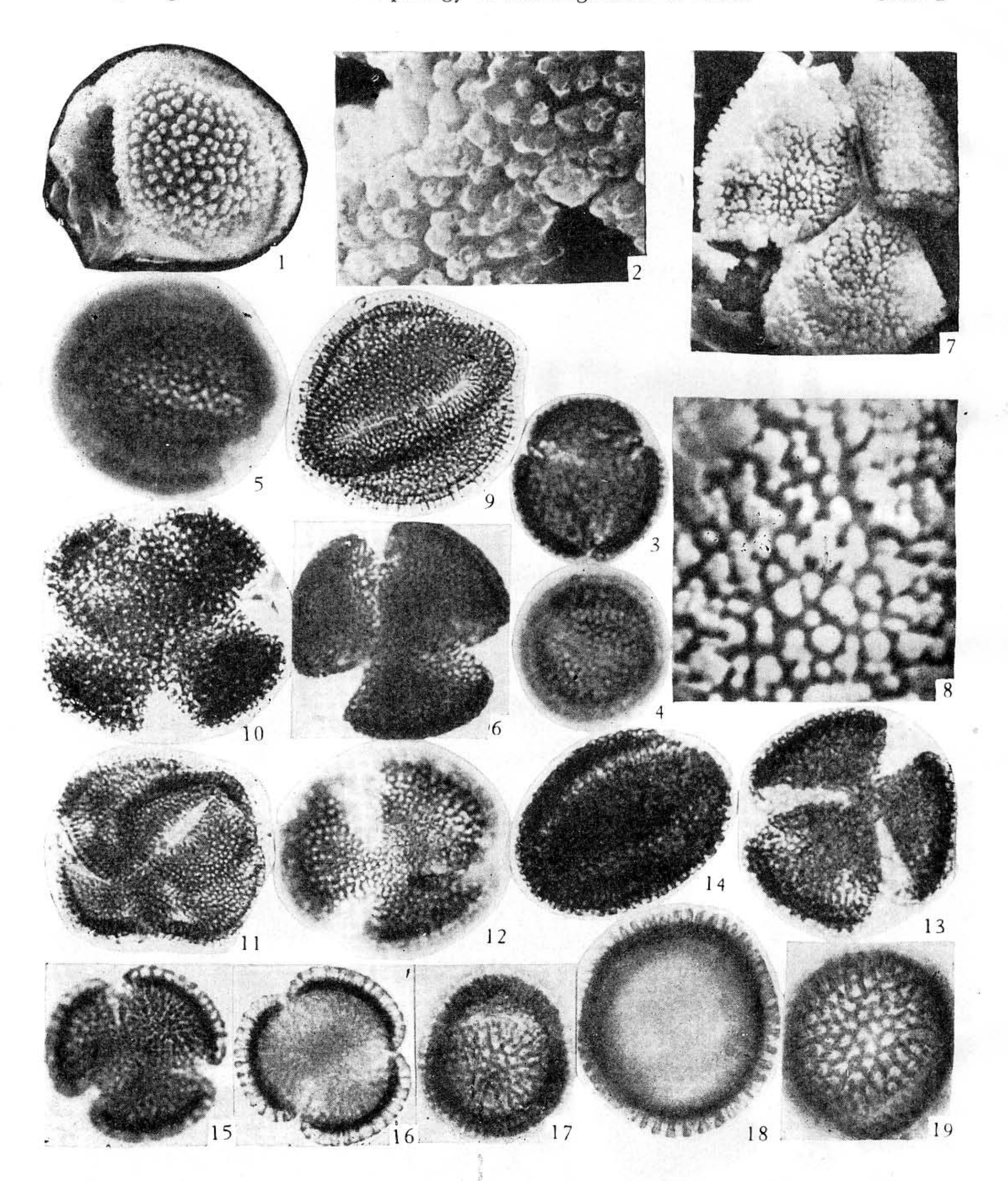
(2) The pollen grains are all 3-colpate, the exine reticulate or coarsely reticulate. They are found in the tribe Staticeae (including the genera *Acantholimon, Ikonnikovia, Goniolimon* and *Limonium*).

Key words Plumbaginaceae; Plumbagineae; Staticeae; Pollen; Microstructure; Ultrastructure



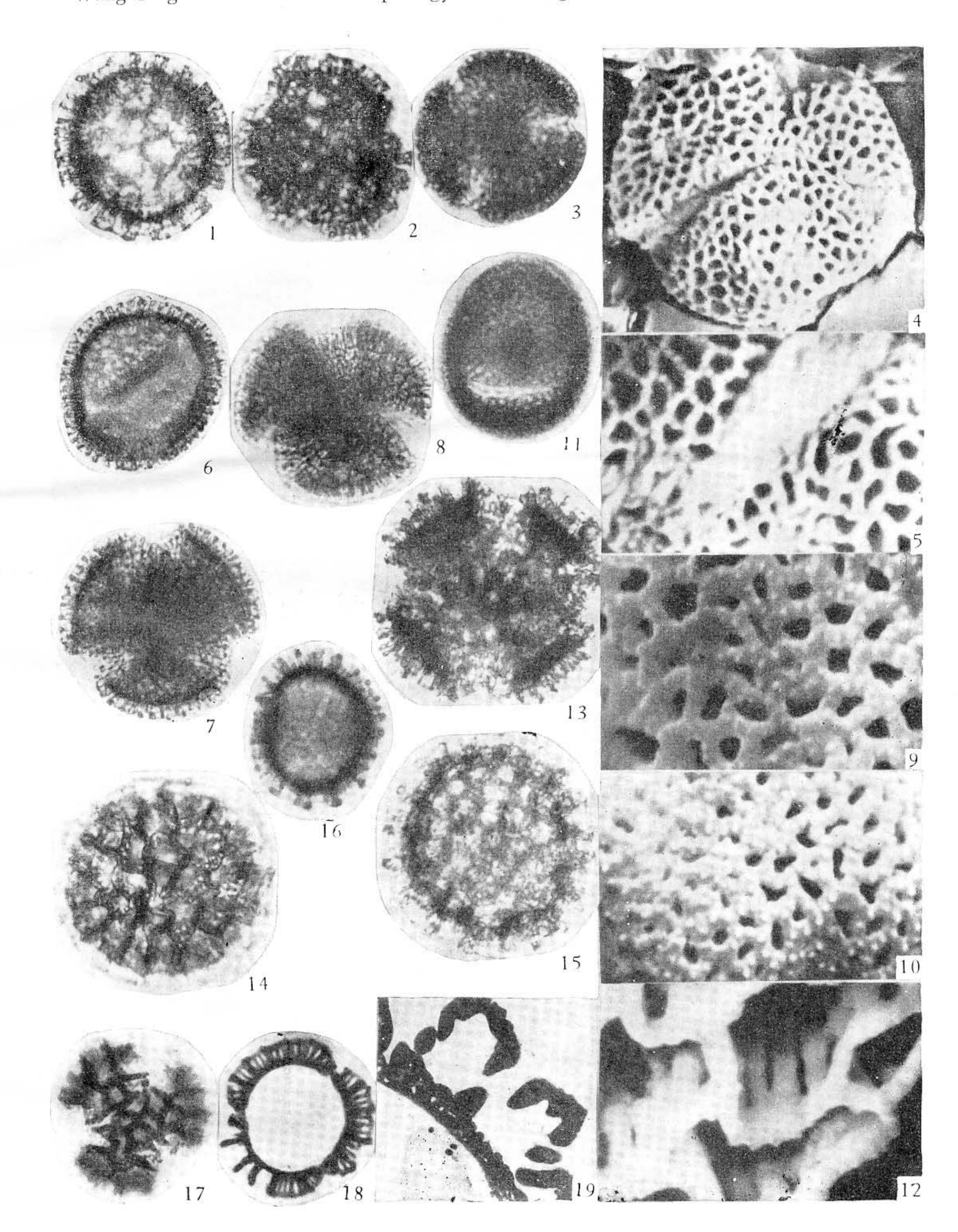
花粉光学显微、扫描和透射电镜照片（LM, SEM, TEM）

1—7. *Ceratostigma minus*; 8—10. *C. willmottianum*; 11—12. *C. ulicinum*; 13—15. *C. griffithii*; 16—17. *C. plumbaginoides*. (5. ×3000; 10. ×2000; 15. ×2925; 7. ×14100; 1—4, 6, 8, 9, 11—14, 16, 17. ×1000.)



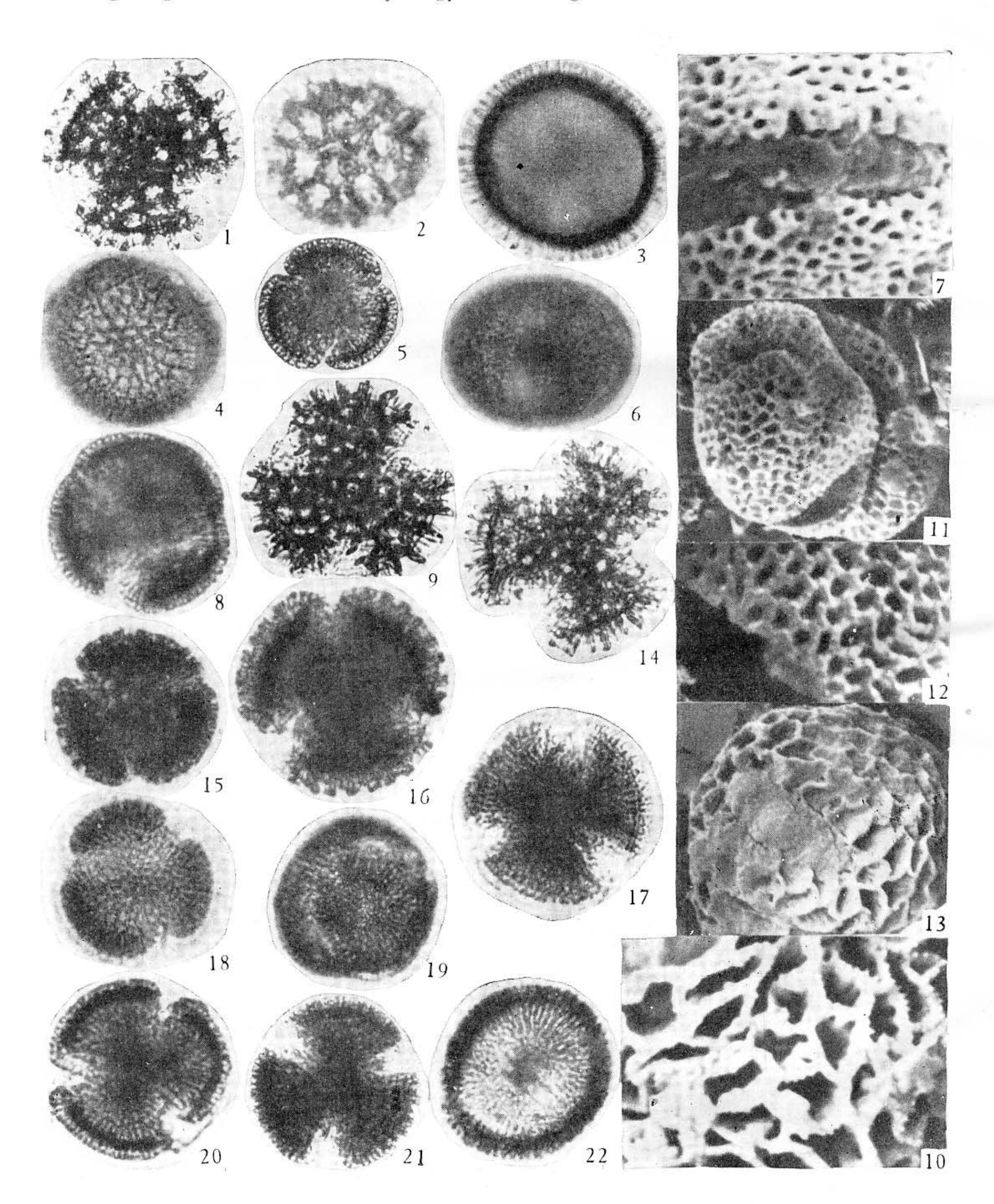
花粉光学显微和扫描电镜照片 (LM, SEM)

1—4. *Plumbagella micrantha*; 5—8. *Plumbago indica*; 9—11. *Plumbago zeylanica*; 12—14. *Plumbago capensis*; 15—17. *Limonium suffruticosum*; 18—19. *L. chrysocomum*. (1. ×1830; 2. ×3200; 7. ×1330; 8. ×3000; 3, 4—6, 9—19. ×1000.)



花粉光学显微和扫描电镜照片（LM, SEM）

1. *Limonium tenellum*; 2. *L. coralloides*; 3—5. *L. otolepsis*; 6—9. *L. aureum*; 10—11. *L. aureum* var. *potaninii*; 12—13. *L. flexuosum*; 14. *L. franchetii*; 15. *L. bicolor*; 16—19. *L. gmellinii*. (4. ×1720; 5. ×2200; 9. ×3400; 10. ×2300; 12. ×3600; 19. ×3200; 1—3,6—8,11,13—18. ×1000.)



花粉光学显微和扫描电镜照片（LM，SEM）

1—2. *Limonium sinense*; 3—4. *L. sairamense*; 5. *Ikonnikovia kaufmanuiana*; 6—8. *Acantholimon hedinii*; 9—10. *Limonium kaschyaricum*; 11—12, 18. *Goniolimon eximium*; 13—14. *Acantholimon alatavicum*; 15. *A. diapensioides*; 16. *A. tianshanicum*; 17, 19. *Goniolimon callicomum*; 20. *G. speciosum*; 21—22. *G. dschungaricum*. (7. ×1620; 10. ×2100; 11. ×1940; 12. ×2000; 13. ×1710; 1—6, 8, 9, 14—22. ×1000.)